

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-214503

(43) 公開日 平成9年(1997)8月15日

(51) IntCl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 L 12/28		9466-5K	H 0 4 L 11/20	H
G 0 2 B 6/00	3 2 1		G 0 2 B 6/00	3 2 1
H 0 4 B 10/28			H 0 4 B 9/00	W
10/02				U

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-16624

(22) 出願日 平成8年(1996)2月1日

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 小林 雅彦

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立

電線株式会社オプトロシステム研究所内

(72) 発明者 北島 茂樹

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 絹谷 信雄

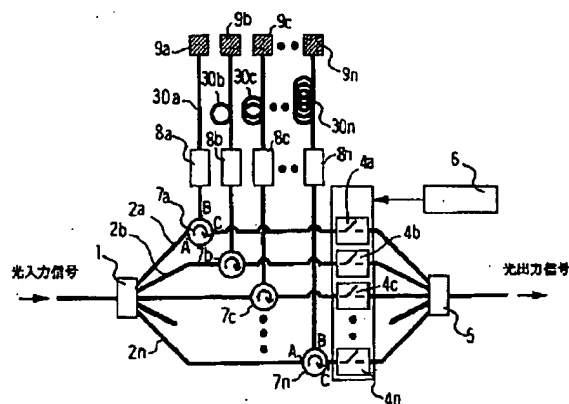
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光遅延線バッファ

(57) 【要約】

【課題】 組立・調整が容易で遅延時間の精度の高い光遅延線バッファを提供する。

【解決手段】 分岐した各光信号の通る光ファイバ2a~2nに光サーキュレータ7a~7nを接続し、光ファイバ遅延線3a~3nに反射器9a~9nを接続する簡単な構成により、遅延時間のモニタが容易になり調整しやすくなる。光遅延伝送路の途中に光遅延量を調整する光遅延微調整器8a~8nを設けることにより、遅延伝送路の遅延時間を容易に調整することができ、遅延時間の精度が向上する。光遅延伝送路の途中に希土類添加光ファイバ12a~12n及び光合分波器10a~10nを接続し、励起光源11a~11nから出射される励起光を光合分波器10a~10nを介して希土類添加光ファイバ12a~12nに入射することにより、光増幅機能を内蔵でき、光スターカブラや光ゲート素子損失の補償ができる。



- 2a~2n 光ファイバ
- 3a~3n, 30a~30n 光ファイバ遅延線
- 7a~7n 光サーキュレータ
- 8a~8n 光遅延微調整器
- 9a~9n 反射器
- 10a~10n 光合分波器
- 11a~11n 励起光源
- 12a~12n 希土類添加光ファイバ

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力光信号を複数に分岐し、分岐した各光信号をそれぞれ異なる遅延量を持つ光遅延伝送路を通過させた後、光信号の通過／遮断を制御する光ゲート素子を介して再び合成して出力する光遅延線バッファにおいて、分岐した各光信号の通る光ファイバに光サーキュレータを接続すると共に、その光サーキュレータに光遅延伝送路の一端を接続し、該光遅延伝送路の他端に反射器を接続したことを特徴とする光遅延線バッファ。

【請求項2】 上記光遅延伝送路の途中に光遅延量を調整する光遅延微調器を設けた請求項1記載の光遅延線バッファ。

【請求項3】 上記光遅延伝送路の途中に希土類添加光ファイバ及び光合分波器を接続し、励起光源から出射される励起光を上記光合分波器を介して上記希土類添加光ファイバに入射するようにした請求項1又は2記載の光遅延線バッファ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ATM交換に用いるための光バッファ、特に光遅延線バッファに関する。

【0002】

【従来の技術】ATM(Asynchronous Transfer Mode、非同期転送モード)交換は、情報量をセルと呼ばれる固定長のパケット単位で扱い、ハードウェア的にルーティングを行うので高いスループットを実現することができるので、今後の通信網の中心をなす方式と言える。

【0003】光の高速性、広帯域性を活かし、従来の電子的な交換機よりもさらにスループットを向上させる光ATM交換機が検討されている。このような光ATM交換機において、例えば各光信号の入力セルを異なる波長を有する光信号に置き換え、波長選択性を持つ機能素子を用いることによりセル単位の分解／再構成を実現させる方法等が検討されているが、いずれの方法においても複数の入力セルの衝突回避のためには待ち合わせ用のバッファ(メモリ)が必要となる。このような光バッファに関しては、例えば「三澤他」光ATM交換用タップ型光FIFOバッファの構成と特性」、信学技報、SSE-93-148、OSC93-78(1994-03)」に記載されている。

【0004】図3は光遅延線バッファの従来例を示すブロック図である。

【0005】これは光ファイバを用いた遅延線と、光ゲート素子とを組み合わせたタップ型光バッファと呼ばれるものである。図3において、光信号入力光スターカプラ1によりn本の光ファイバ2a～2nに分岐され、分岐された各光信号は所定の長さを持つ光ファイバ遅延線3a～3nを経た後に光ゲート素子4a～4nに入力される。各光ゲート素子4a～4nの出力は光スターカ

プラ5により合成されて出力される。

【0006】ここで、各光ファイバ遅延線3a～3nは最も遅延時間の短い経路に対し、それぞれT、2T、3T、…、(n-1)T(但し、Tは1セル分の伝搬時間)の相対的な遅延時間を有するものとする。このとき光ゲート制御回路6により入力セルに同期して任意の光ゲート素子4a～4nをON状態、すなわち光信号が光ゲート素子4a～4nを通過できる状態にすることによりn通りのタイミングで光信号の入力セルを出力させることができる。従って、このような構成によりn段の入力セルのバッファ機能を実現することができる。

【0007】この種の光遅延線バッファは、比較的簡単な構成で多段の光バッファを構成することが可能である。この場合、光信号のパワーは入出力の光スターカプラや光ゲートを通過することにより損失を被ることになるが、入力段あるいは出力段に光増幅器を設けることにより損失を補償することができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、光の高速・広帯域性を十分に活用するために光信号セルはビットレートの極めて高い信号により構成される。従って、各光ファイバ遅延線の遅延時間は高い精度で設定されることが要求される。例えば、光信号セルが10Gb/sで変調されているものとする、1ビット当たりのタイムスロットは100psである。各ビットが最終的に誤りなく検出されるためにはデータの識別マージン等を考慮すると、遅延時間の精度は略20ps程度と予想される。このような光ファイバ遅延線からなるバッファが多段に接続されると、各バッファに要求される遅延時間の精度はさらに厳しくなる。20psの遅延時間精度は4mm程度の光ファイバ長精度に相当するものであり、数十mにわたる光ファイバで光遅延線バッファをこのような高い精度で組み立てるのは非常に困難である。また光ファイバはある程度の製造偏差を有している、これによる遅延量のばらつきを考慮する必要がある。さらに実際には光ファイバをボビン等に巻き付けて使用する、巻き付け時の張力による光ファイバの伸びも考慮する必要がある。

【0009】以上のことから、組立時に容易に各光ファイバ遅延線の遅延時間を所要の値に調整できる新規な光バッファが望まれる。

【0010】そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、組立・調整が容易で遅延時間の精度の高い光遅延線バッファを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、入力光信号を複数に分岐し、分岐した各光信号をそれぞれ異なる遅延量を持つ光遅延伝送路を通過させた後、光信号の通過／遮断を制御する光ゲート素子を介して再び合成して出力する光遅延線バッファにおい

て、分岐した各光信号の通る光ファイバに光サーキュレータを接続すると共に、その光サーキュレータに光遅延伝送路の一端を接続し、光遅延伝送路の他端に反射器を接続したものである。

【0012】上記構成に加え本発明は、光遅延伝送路の途中に光遅延量を調整する光遅延微調器を設けてもよい。

【0013】上記構成に加え本発明は、光遅延伝送路の途中に希土類添加光ファイバ及び光合分波器を接続し、励起光源から出射される励起光を光合分波器を介して希土類添加光ファイバに入射するようにしてもよい。

【0014】上記構成によれば、分岐した各光信号の通る光ファイバに光サーキュレータを接続し、光ファイバ遅延線に反射器を接続するという簡単な構成により、遅延時間のモニタが容易になり調整しやすくなる。また、光遅延伝送路の途中に光遅延量を調整する光遅延微調器を設けることにより、遅延伝送路の遅延時間を容易に調整することができ、しかも遅延時間の精度が向上する。

【0015】光遅延伝送路の途中に希土類添加光ファイバ及び光合分波器を接続し、励起光源から出射される励起光を光合分波器を介して希土類添加光ファイバに入射するようにすることにより、光増幅機能を内蔵することができ、光スターカブラや光ゲート素子損失を補償することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面に基づいて詳述する。

【0017】図1は本発明の光遅延線バッファの一実施の形態を示すブロック図である。尚、図3に示した従来例と同様の部材には共通の符号を用いた。

【0018】光入力信号は光スターカブラ1によりn本の光ファイバ2a~2nに分岐される。分岐された光ファイバ2a~2nはn個の光サーキュレータ7a~7nの一方の入出力端子(ポートA)に接続されている。光サーキュレータ7a~7nの他方の入出力端子(ポートB)は光ファイバを介して光遅延微調器8a~8nの一端にそれぞれ接続され、各光遅延微調器8a~8nの他端には光ファイバ遅延線30a~30nの一端が接続されている。光ファイバ遅延線30a~30nの他端には反射器9a~9nがそれぞれ接続されている。光サーキュレータ7a~7nのさらに他の入出力端子(ポートC)は光ファイバを介して光ゲート素子4a~4nにそれぞれ接続されている。各光ゲート素子4a~4nは光ファイバを介して光スターカブラ5に接続されている。尚、6は光ゲート制御回路である。

【0019】これら光ファイバ遅延線30a~30n及び反射器9a~9nで光遅延伝送路が構成されており、光スターカブラ1、5、光ファイバ2a~2n、光サーキュレータ7a~7n、光遅延微調器8a~8n、光遅延伝送路、光ゲート素子4a~4n及び光ゲート制御回

路6で光遅延線バッファが構成されている。

【0020】このような光遅延線バッファにおいて、各光入力信号はそれぞれ所定の遅延量だけ遅延した後に光ゲート素子4a~4nに入力され、各光ゲート素子4a~4nの出力は光スターカブラ5により合成されて出力される。

【0021】次に光遅延線バッファの動作について説明する。

【0022】光入力信号は、スターカブラ1により分岐され、光ファイバ2a~2nを経て光サーキュレータ7a~7nのポートAに入力し、ポートBから出力して光遅延微調器8a~8nを経て、所定の長さの光ファイバ遅延線30a~30nを通過して光反射器9a~9nに至る。光信号は光反射器9a~9nにより反射され、再び光ファイバ遅延線30a~30n及び光遅延微調器8a~8nを通過した後、光サーキュレータ7a~7nのポートBに入力し、ポートCから出力する。光サーキュレータ7a~7nのポートCから出力した光信号は各光ゲート素子4a~4nに至る。光信号は、光ファイバ遅延線30a~30nを往復2回伝搬するので各光ファイバ遅延線30a~30nは最も遅延時間の短い経路に対し、それぞれ $T/2$ 、 $T$ 、 $3T/2$ 、 $\dots$ 、 $(n-1)T/2$ (但し、 $T$ は1セル分の伝搬時間)の相対的な遅延時間を有する長さとするればよい。すなわち各光ファイバ遅延線30a~30nの所要長さは図3に示した従来例に用いた光ファイバ遅延線3a~3nの長さの半分になる。

【0023】また光遅延微調器8a~8nは、後述するような光ファイバの長さ調整で所要精度が得られない場合に、最終的に各遅延時間が所要の範囲内に収まるように調整するために設けてある。これは具体的にはコリメートされた空間光学系の空隙の間隔をマイクロメータ等により機械的に調整する方式等が考えられる。このような微調器は市販されている。

【0024】光遅延線バッファの組立・調整は次のように行うことができる。

【0025】まず各光ファイバ遅延線30a~30nをおおよそ所要の長さに設定し、光反射器9a~9nを除いて全体を組み立てる。光ファイバ遅延線30a~30nの他端には光反射器9a~9nは接続せず、光ファイバ端面を鏡面状態に加工する。光スターカブラ1より光信号を入力すると、光入力信号は前述したような経路を経て光サーキュレータ7a~7nのポートBから出力される。但し、光反射器9a~9nがないので、光ファイバ遅延線30a~30nの他端の端面では光信号は全反射せず、光ファイバの屈折率と空気の屈折率との差によるフレネル反射により光信号の一部のみが反射する。通常の光ファイバにおいてはこのフレネル反射による反射率は4%程度である。ある2つの光ゲート素子のみをON状態とすると、この2経路を経て出力される光信号が

光スターカブラ5で合成された後観測されるので、出力光信号を光電変換しオシロスコープ等で観測することにより、この2経路の遅延時間差を観測することができる。この遅延時間差が所要の範囲内に収まっていない場合は、光ファイバ遅延線30a~30nの他端側を適当な長さだけカットすることにより調整が可能である。このように遅延時間差をモニタしながら光ファイバをカットしていくことにより容易に遅延時間を調整することができる。以下他の経路についても同様に調整し、最後に各光ファイバ端面に光反射器9a~9nを取り付ける。但し、光ファイバを所要の長さにカットする精度には限りがあるので、本実施の形態の方法で所要の精度が得られない場合には光遅延微調整器8a~8nにより最終的な調整を行う。

【0026】以上本実施の形態において、分岐した各光信号の通る光ファイバに光サーキュレータを接続すると共に、その光サーキュレータに光遅延伝送路の一端を接続し、光遅延伝送路の他端に反射器を接続したので、組立・調整が容易で遅延時間の精度の高い光遅延線バッファを実現することができる。

【0027】ところで、図1に示した実施の形態において、入出力の光スターカブラ1、5や光ゲート素子4a~4nを通過することにより、光信号のパワーは従来例と同様に損失を被ることになる。これを補償するための光増幅器を内蔵した光遅延線バッファを図2に示す。図2は本発明の光遅延線バッファの他の実施の形態を示すブロック図である。尚、基本的な構成は図1に示した実施の形態と同様のため、重複する箇所の説明は省略する。

【0028】図2において、光スターカブラ1により分岐された光入力信号は、光サーキュレータ7a~7nを介して光合分波器10a~10nに至り、ここで励起光源11a~11nからの励起光と合波されて希土類添加光ファイバ12a~12nに入力する。希土類添加光ファイバ12a~12nでは励起光により励起された希土類イオンの誘導放出により信号光が増幅される。例えば希土類イオンとしてはエルビウム、信号光波長は1550nm、励起光波長は980nmあるいは1480nmが実用化されている。増幅された信号光は光遅延微調整器8a~8n、光ファイバ遅延線30a~30nを経て光反射器9a~9nにより反射され、再び上記経路を経て光サーキュレータ7a~7nを介して光ゲート素子4a~4nに至る。

【0029】このような構成にすることにより、信号光は増幅媒体を往復2度通過することになるので、増幅効

率が高くなり、励起光も同様に増幅媒体を往復2度通過するので励起光の利用効率も高くなる。このような光サーキュレータ7a~7nを用いた反射型構成により効率の高い光増幅特性を得ることは、例えば特開平4-29123号公報に示されている。

【0030】以上において本実施の形態によれば、以下のような効果が得られる。

【0031】(1) 光遅延伝送路を光サーキュレータを用いた反射型構成にすることにより、組立・調整が容易で、遅延時間精度の高い光遅延線バッファを実現することができる。

【0032】(2) 光信号が光ファイバ遅延線を往復2度通過するので、所要の遅延量を得るのに要する光ファイバの長さが半分で済む。また、光遅延微調整器を設ける場合も、調整範囲が従来の2倍になる。従って小型化、低コスト化にも有利である。

【0033】(3) 光ファイバ遅延線の一部を希土類添加光ファイバとすることにより、効率の高い反射型光増幅器を内蔵させることができ、光スターカブラや光ゲート素子で被る損失を補償することができる。

【0034】

【発明の効果】以上要するに本発明によれば、次のような優れた効果を発揮する。

【0035】分岐した各光信号の通る光ファイバに光サーキュレータを接続すると共に、その光サーキュレータに光遅延伝送路の一端を接続し、光遅延伝送路の他端に反射器を接続したので、組立・調整が容易で遅延時間の精度の高い光遅延線バッファを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光遅延線バッファの一実施の形態を示すブロック図である。

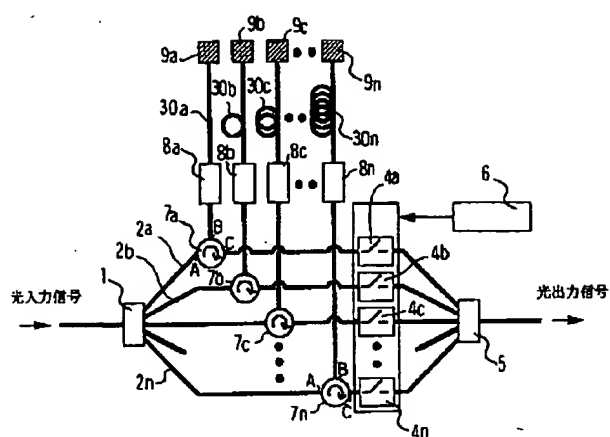
【図2】本発明の光遅延線バッファの他の実施の形態を示すブロック図である。

【図3】光遅延線バッファの従来例を示すブロック図である。

【符号の説明】

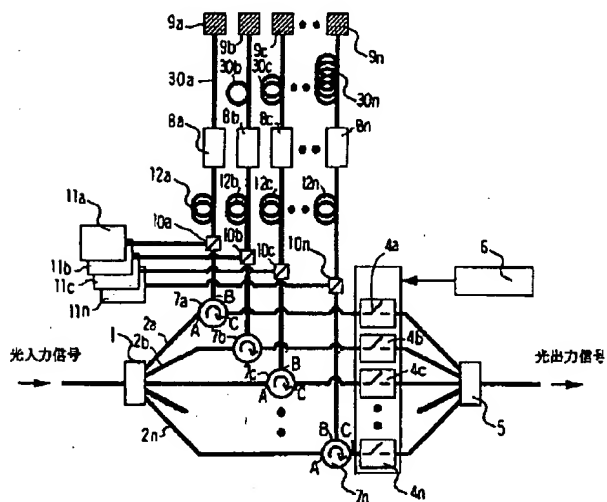
2a~2n 光ファイバ  
3a~3n, 30a~30n 光ファイバ遅延線  
7a~7n 光サーキュレータ  
8a~8n 光遅延微調整器  
9a~9n 反射器  
10a~10n 光合分波器  
11a~11n 励起光源  
12a~12n 希土類添加光ファイバ

【図1】

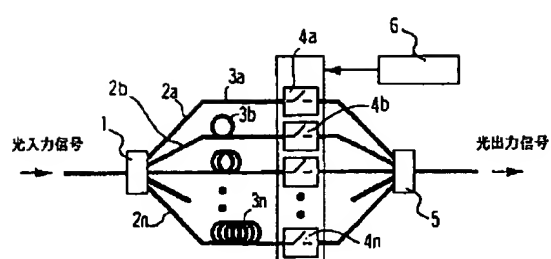


- 2a~2n 光ファイバ  
 8a~8n, 80a~80n 光ファイバ遅延線  
 7a~7n 光サークキュレータ  
 8a~8n 光遅延調整器  
 9a~9n 反射器  
 10a~10n 光合分岐器  
 11a~11n 励起光源  
 12a~12n 増幅器用光ファイバ

【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 井上 宏明

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
 株式会社日立製作所中央研究所内

**PAT-NO:** JP409214503A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 09214503 A  
**TITLE:** OPTICAL DELAY LINE BUFFER

**PUBN-DATE:** August 15, 1997

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
KOBAYASHI, MASAHIKO	
KITAJIMA, SHIGEKI	
INOUE, HIROAKI	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
HITACHI CABLE LTD	N/A
HITACHI LTD	N/A

**APPL-NO:** JP08016624

**APPL-DATE:** February 1, 1996

**INT-CL (IPC):** H04L012/28 , G02B006/00 , H04B010/28 , H04B010/02

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a delay line buffer whose assembly and adjustment are easy and whose time is highly precise.

**SOLUTION:** The monitoring of delay time becomes easy and it is easily adjusted with simple constitution for connecting optical circulators 7a-7n to optical fibers 2a-2n through which branched light signals pass and for connecting reflectors 9a-9n to optical fiber delay lines 30a-30n. The delay time of a delay transmission line can easily be adjusted and the precision of delay time improves by providing optical delay micro adjustment units 8a-8n adjusting light delay quantity in the middle of the light delay transmission line. Rare earth elements added optical fibers and optical multiplexers/demultiplexers are connected in the middle of the light delay line and excitation light emitted from an excitation light source is made incident on the rare earth additional optical fibers through the optical multiplexers/demultiplexers. Thus, an optical amplification function can be incorporated and the loss of an optical star coupler and an optical gate element can be compensated.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO